



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 MARS 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**

P.O. BOX 19928  
ALEXANDRIA, VA 22320  
(703) 836-6400

APPLICANT: Etienne QUESNEL

APPLICATION NO.: New U.S. Application

FILED: March 18, 2004

FOR: OPTICAL DEVICE WITH ENHANCED MECHANICAL  
STABILITY OPERATING IN THE EXTREME  
ULTRAVIOLET AND LITHOGRAPHY MASK  
COMPRISING SUCH A DEVICE

ATTORNEY DOCKET NO.: 119144



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

IB 540 © W/ 210502

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>1 AVRIL 2003</b> LIEU <b>38 INPI GRENOBLE</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0304071</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>1 AVR. 2003</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Hecké World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman BP 1537 38025 Grenoble Cedex 1	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <b>PA1688FR</b> <i>(facultatif)</i>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) <b>Dispositif optique à stabilité mécanique renforcée fonctionnant dans l'extrême ultraviolet et masque de lithographie comportant un tel dispositif.</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b> (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		Commissariat à l'Energie Atomique	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	31- 33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75752 Paris	
	Pays		
Nationalité		française	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		N° de télécopie <i>(facultatif)</i>	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE  
page 2/2

**BR2**

REMISE DES PIÈCES DATE <b>1 AVRIL 2003</b> LIEU <b>38 INPI GRENOBLE</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0304071</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI <b>PA1688FR</b>		DB 540 W / 210502
<b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b>				
Nom		Hecké Jouvray		
Prénom		Gérard Marie-Andrée		
Cabinet ou Société		Cabinet Hecké (S.A.)		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel				
Adresse	Rue	World Trade Center - Europole		
	Code postal et ville	5, place Robert Schuman - BP 1537		
	Pays	38025 Grenoble Cedex		
N° de téléphone (facultatif)		France		
N° de télécopie (facultatif)		04 76 84 95 45		
Adresse électronique (facultatif)		04 76 84 95 48		
		hecke@dial.oleane.com		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>				
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>				
		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG		
<b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b>				
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>		
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes				
<b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  D.R.G.R.

**Dispositif optique à stabilité mécanique renforcée fonctionnant dans l'extrême ultraviolet et masque de lithographie comportant un tel dispositif.**

5

### **Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un dispositif optique réfléchissant une gamme de longueurs d'ondes comprise entre 10nm et 20nm et comportant une alternance de premières et secondes couches superposées, lesdites premières couches étant en métal ou en composé métallique et lesdites secondes couches comportant du silicium amorphe.

10

15

L'invention concerne également un masque de lithographie comportant un tel dispositif optique.

### **État de la technique**

20

25

Les dispositifs optiques destinés à réfléchir une gamme de longueurs d'ondes comprise dans l'extrême ultraviolet (EUV), c'est-à-dire entre 10nm et 20nm, sont généralement composés de plusieurs couches alternées de molybdène et de silicium. Ainsi les masques de lithographie 1 utilisés en EUV comportent un substrat 2 recouvert d'un réflecteur 3 composé de plusieurs couches alternées (aussi appelé empilement multicouches), de préférence en silicium amorphe et en molybdène, et d'une couche de protection et sur lequel est déposée une couche tampon 4 en silice et une couche absorbante 5 (figure 1).

Le couple Mo/Si permet d'obtenir une réflexion maximale théorique de 74% pour une longueur d'onde de 13,4nm. Il est, cependant, difficile d'atteindre cette valeur maximale théorique, notamment à cause d'un phénomène d'interdiffusion ayant lieu entre le silicium et le molybdène. Ainsi, à la place d'un système périodique de deux couches superposées en molybdène et en silicium (Mo/Si), il se crée, dans le dispositif optique, un système périodique de 4 couches de Mo/MoSi<sub>x</sub>/Si/SiMo<sub>y</sub>, MoSi<sub>x</sub> et SiMo<sub>y</sub> correspondant à une partie des couches de molybdène et de silicium dans lesquelles se diffusent respectivement du silicium et du molybdène. Un tel système périodique a une réflectivité moins stable thermiquement que le système périodique théorique Mo/Si.

Or, un dispositif optique tel qu'un réflecteur de masque de lithographie utilisé en EUV, doit avoir des contraintes mécaniques faibles et des propriétés mécaniques et optiques stables dans le temps, notamment lorsque le dispositif optique est soumis à des sollicitations thermiques ou environnementales. En effet, un masque de lithographie destiné à subir une série d'opérations susceptibles d'exposer le réflecteur à des conditions de températures proches de 200°C, doit conserver des propriétés mécaniques et optiques stables tout au long de sa durée d'utilisation.

Des variantes au couple Mo/Si ont, ainsi, été proposées pour rendre les propriétés optiques stables. Ainsi, il est possible d'utiliser un système périodique de quatre couches, une couche de carbure de molybdène, de carbure de bore ou de carbone étant interposée entre les couches de molybdène et de silicium, de manière à obtenir, respectivement les systèmes périodiques suivants : Mo/Mo<sub>2</sub>C/Si/Mo<sub>2</sub>C, Mo/B<sub>4</sub>C/Si/B<sub>4</sub>C ou Mo/C/Si/C. Il est, également, possible d'utiliser un système périodique de deux couches en remplaçant le molybdène par du carbure de molybdène, de manière à obtenir le système périodique Mo<sub>2</sub>C/Si.

Ainsi, T.Feigl et al., dans l'article « Magnetron sputtered EUV mirrors with high thermal stability » de (Emerging Lithographic Technologies IV, Elisabeth A. Dobisz, Editor, Proceedings of SPIE, vol 3997 (2000), pages 420 à 430), indiquent que la réflectivité des empilements multicouches de type Mo/Si décroît  
5 fortement à la suite de recuits réalisés au-dessus de 300°C tandis que les empilements multicouches de type Mo<sub>2</sub>C/Si ont une réflectivité stable thermiquement jusqu'à 600°C. Même si ces solutions permettent d'améliorer les propriétés optiques du dispositif et de les rendre stables thermiquement, les propriétés mécaniques de tels empilements multicouches diminuent de  
10 plusieurs dizaines de MPa avec la température.

Le niveau de contraintes mécaniques du couple Mo/Si est relativement élevé. Ainsi, dans un miroir comportant une alternance de 40 premières couches en molybdène et 40 secondes couches en silicium amorphe, les contraintes  
15 mécaniques initiales du miroir sont de -400MPa. La figure 2 représentant les effets de recuits cumulés réalisés pendant 16 heures et sous vide, sur un tel miroir, indique également que les contraintes mécaniques varient fortement en fonction de la température. Or, pour un masque de lithographie utilisé en EUV par exemple, la déformation maximale autorisée est de 50nm, ce qui n'est pas  
20 compatible avec une telle variation de contraintes mécaniques, celles-ci conditionnant fortement la planéité du front d'onde optique du masque de lithographie.

Il a été proposé, dans le document WO99/42414, d'utiliser l'instabilité thermique  
25 des contraintes mécaniques du couple Mo/Si pour diminuer le niveau de contraintes dans les systèmes multicouches en réalisant des recuits entre 100°C et 300°C. Cette méthode n'est, cependant, pas reproductible.

## Objet de l'invention

L'invention a pour but un dispositif optique dont les contraintes mécaniques sont stables par rapport à une variation de température, tout en conservant une réflexion optique maximale.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les secondes couches sont constituées par un composé de silicium amorphe choisi parmi  $a\text{-Si-H}_x$ ,  $a\text{-Si-CH}_x$ ,  $a\text{-Si-C}_x$ ,  $a\text{-Si-OH}_x$ ,  $a\text{-Si-F}_x$ ,  $a\text{-Si-FH}_x$ ,  $a\text{-Si-N}_x$ ,  $a\text{-Si-NH}_x$ ,  $x$  étant compris entre 0 et 1.

Selon un développement de l'invention,  $x$  a une valeur comprise entre 0,01 et 0,3.

Selon un mode de réalisation préférentiel, chaque première couche est constituée d'une couche intermédiaire en métal disposée entre deux couches périphériques.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le métal est le molybdène.

L'invention a également pour but un masque de lithographie à contraintes mécaniques stables dans le temps.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que le masque de lithographie comporte un dispositif optique tel que décrit ci-dessus.

Selon un développement de l'invention, l'épaisseur d'un ensemble formé par une première et une seconde couches superposées est de 6,9 nm.



## Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention  
5 donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique d'un masque de lithographie selon l'art antérieur.

10 La figure 2 est un graphique représentant une variation des contraintes mécaniques en fonction de la température pour un réflecteur selon l'art antérieur.

La figure 3 est un graphique représentant une variation des contraintes mécaniques en fonction de la température pour une couche en molybdène et  
15 pour une couche en silicium.

La figure 4 est un graphique représentant une variation des contraintes mécaniques en fonction du temps de recuits pour une couche en a-Si et pour une couche en a-Si-H<sub>x</sub>.

20

## Description de modes particuliers de réalisation.

Un dispositif optique réfléchissant une gamme de longueurs d'ondes comprise entre 10nm et 20nm comporte une alternance de premières et secondes  
25 couches superposées. Les premières couches sont en métal et, de préférence, en molybdène ou en composé métallique et, de préférence, en carbure de molybdène. Les secondes couches sont constituées par un composé de silicium amorphe choisi parmi a-Si-H<sub>x</sub>, a-Si-CH<sub>x</sub>, a-Si-C<sub>x</sub>, a-Si-OH<sub>x</sub>, a-Si-F<sub>x</sub>, a-Si-FH<sub>x</sub>, a-Si-N<sub>x</sub>, a-Si-NH<sub>x</sub>, x étant compris entre 0 et 1 et, de préférence, compris entre

0,01 et 0,3. Ainsi, un radical choisi parmi  $-H$ ,  $-CH$ ,  $-C$ ,  $-OH$ ,  $-F$ ,  $-FH$ ,  $-N$  et  $-NH$  est incorporé au silicium amorphe, de manière à saturer les liaisons pendantes dans le silicium amorphe. A titre d'exemple, par composé  $a-Si-H_x$ , on entend un composé constitué de silicium amorphe hydrogéné, c'est-à-dire du silicium amorphe dans lequel est incorporé un taux prédéterminé d'hydrogène. Le taux d'hydrogène à incorporer se situe dans la gamme de 1 à 25 % d'hydrogène atomique lié.

L'utilisation des secondes couches en composé de silicium amorphe permet de stabiliser thermiquement les contraintes mécaniques du dispositif optique. En effet, il est connu que les contraintes mécaniques d'un empilement multicouches en molybdène et en silicium amorphe (Mo/a-Si) évoluent fortement lorsque l'empilement subit un recuit pendant plusieurs heures (figure 2). Cette évolution dépend notamment de l'environnement. Ainsi, pour des recuits de deux heures réalisés sous une atmosphère d'azote, la variation des contraintes mécaniques est de l'ordre de quelques centaines de MPa tandis que la variation des contraintes mécaniques est de l'ordre de quelques dizaines de MPa, pour des recuits de deux heures réalisés sous vide. Une variation de contraintes de quelques dizaines de MPa reste, cependant, trop élevée pour des applications optiques telles que les masques de lithographie.

Lorsqu'une couche de molybdène d'une épaisseur de 100nm et une couche de silicium amorphe d'une épaisseur de 100nm subissent respectivement des recuits réalisés sous vide pendant 16 heures (figure 3), le comportement des contraintes mécaniques en fonction de la température diffère fortement dans la couche en molybdène (courbe A) et dans la couche de silicium amorphe (Courbe B). Ainsi, les contraintes mécaniques de la couche de Mo, initialement de  $-2500\text{MPa}$ , augmentent jusqu'à  $80^\circ\text{C}$  puis se stabilisent, tandis que les contraintes mécaniques de la couche de a-Si augmentent fortement avec la

température. Ainsi, le taux de variation de contraintes mécaniques est de l'ordre de 2% pour la couche en Mo et de l'ordre 10% pour la couche en a-Si. L'évolution des contraintes mécaniques dans les empilements multicouches à base de Mo et Si est probablement due à l'instabilité du silicium.

5

Ainsi, selon l'invention, la saturation des liaisons pendantes dans le silicium amorphe par les radicaux -H, -CH, -C, -OH, -F, -FH, -N, -NH permet d'éviter la relaxation des contraintes mécaniques due au fluage de la matrice de silicium. En effet, une couche en a-Si-H<sub>x</sub> présente des contraintes mécaniques initiales très proches de celle d'une couche en silicium amorphe, c'est-à-dire proche de -950 MPa. Par contre, le comportement en vieillissement mécanique d'une couche de silicium hydrogéné est différent de celui d'une couche de silicium amorphe.

10

15

Ainsi, la figure 4 illustre la différence de comportement des contraintes mécaniques pour une couche en a-Si (Courbe C) et pour une couche en a-Si-H<sub>x</sub> (Courbe D), lorsqu'elles subissent respectivement des recuits cumulés à 195°C. Chaque couche a une épaisseur de 100nm et la couche en a-Si-H<sub>x</sub> est réalisée par un dépôt de type IBS (« Ion Beam Sputtering ») en pulvérisant une cible de silicium, avec un gaz de pulvérisation composé d'argon et de 5 % en volume d'hydrogène. Le dépôt du silicium hydrogéné peut également être réalisé en pulvérisant la cible de silicium dans une atmosphère réactive d'hydrogène. Pour la couche en silicium amorphe, les recuits entraînent une forte variation des contraintes mécaniques pendant les premières heures de recuits (jusqu'à 7 heures) mais également une variation progressive tout au long de la durée des recuits cumulés. Par contre, pour la couche en silicium amorphe hydrogéné, les recuits entraînent une faible variation des contraintes mécaniques jusqu'à environ 5 heures de recuits, puis les contraintes mécaniques se stabilisent. Ainsi, la variation relative des contraintes

20

25

mécaniques dans la couche en silicium amorphe est de l'ordre de 5 % à 6 %, tandis que cette variation est de l'ordre de 1 % pour la couche en a-Si-H<sub>x</sub>. L'incorporation d'hydrogène ou d'un radical choisi parmi -CH, -C, -OH, -F, -FH, -N, -NH, dans le silicium amorphe permet de le rendre insensible aux recuits.

L'utilisation d'un composé de silicium amorphe permet, donc, non seulement de stabiliser les contraintes mécaniques dans un dispositif optique comportant un empilement de couches jusqu'à au moins 200°C, mais aussi de conserver de bonnes propriétés optiques. Ainsi, la figure 5 représente une simulation théorique des réponses optiques de deux miroirs comportant chacun un empilement multicouches. La courbe E correspond à un empilement de 40 couches de molybdène alternées avec 40 couches de silicium amorphe, tandis que la courbe F correspond à un empilement de 40 couches de molybdène alternées avec 40 couches de silicium amorphe hydrogéné a-Si-H<sub>0,1</sub>. Les couches en molybdène et en silicium amorphe hydrogéné sont respectivement de 4,1nm et 2,8nm. Le miroir comportant l'empilement Mo/a-Si-H<sub>0,1</sub> présente une réflectivité équivalente à celle d'un miroir comportant un empilement Mo/Si. Ainsi, l'ajout d'hydrogène ne détériore pas les propriétés optiques du miroir. Les couches de molybdène du miroir selon la courbe F ont été réalisées par pulvérisation d'une cible de molybdène par de l'argon ou du xénon tandis que les couches en a-Si-H<sub>0,1</sub> ont été réalisées en pulvérisant du silicium sous une atmosphère réactive en hydrogène.

Selon l'invention, les premières couches du dispositif optique peuvent, également, être constituées par un composé métallique tel qu'un carbure de molybdène Mo<sub>2</sub>C ou un nitrure de métal. Ceci présente l'avantage, pour un miroir comportant un empilement alterné de 40 couches en Mo<sub>2</sub>C et 40 couches

en a-Si-H<sub>x</sub> de conserver des contraintes mécaniques stables sur un domaine de température plus élevé et, de préférence, jusqu'à 350°C.

Chaque première couche du dispositif optique peut, également, être constituée  
5 par une couche intermédiaire en métal, disposée entre deux couches périphériques. Les couches périphériques peuvent être en carbure dudit métal, et, de préférence, en carbure de molybdène. Les couches périphériques peuvent également être en carbure de bore, en carbone ou en nitrure dudit métal. Ainsi, selon l'invention, un empilement constitué par une alternance de  
10 premières et secondes couches peut être du type MY/M/MY/ a-Si-H<sub>x</sub>, B<sub>4</sub>C/M/B<sub>4</sub>C/ a-Si-H<sub>x</sub> ou C/M/C/ a-Si-H<sub>x</sub>, M étant un métal, MY étant un composé métallique tel qu'un carbure ou un nitrure dudit métal et C étant le carbone. Ainsi, à titre d'exemple, on remplace la couche en Mo<sub>2</sub>C par trois couches superposées, respectivement en Mo<sub>2</sub>C, Mo et Mo<sub>2</sub>C, l'ensemble ayant une  
15 épaisseur totale de 2,8nm. Ceci présente l'avantage d'améliorer la réflectivité optique par rapport à un empilement Mo<sub>2</sub>C/a-Si-H<sub>x</sub>, tout en conservant une stabilité mécanique sur un domaine de température allant jusqu'à 350°C. Un résultat similaire est obtenu lorsqu'on remplace la couche en Mo<sub>2</sub>C par trois couches superposées, respectivement en B<sub>4</sub>C, Mo et B<sub>4</sub>C.

20 Les premières et secondes couches de l'empilement peuvent être réalisées par tout type de procédé connu pour la réalisation de couches minces. Ainsi, elles peuvent être réalisées par des dépôts physiques en phase vapeur ou PVD (« Physical Vapour Deposition ») ou par des dépôts chimiques en phase vapeur  
25 ou CVD (« Chemical Vapour Deposition »).

Un dispositif optique selon l'utilisation permet, notamment de réaliser un réflecteur pour masque de lithographie utilisé en EUV, tel que celui représenté à la figure 1. Le réflecteur multicouche est, de préférence, composé d'une

- alternance de 40 à 60 premières couches en molybdène ou en carbure de molybdène et de 40 à 60 secondes couches constituées par un composé de silicium amorphe choisi parmi  $a\text{-Si-H}_x$ ,  $a\text{-Si-CH}_x$ ,  $a\text{-Si-C}_x$ ,  $a\text{-Si-OH}_x$ ,  $a\text{-Si-F}_x$ ,  $a\text{-Si-FH}_x$ ,  $a\text{-Si-N}_x$ ,  $a\text{-Si-NH}_x$ ,  $x$  étant compris entre 0 et 1. L'épaisseur d'un ensemble
- 5 formé par une première et une seconde couches superposées définit la période de l'empilement et la longueur d'onde de centrage du réflecteur pour laquelle la réflectivité est maximale: Elle est, de préférence, de 6,9nm pour un angle d'incidence proche de la normale et lorsque le réflecteur fonctionne à une longueur d'onde de 13,4nm. Un tel masque de lithographie présente l'avantage
- 10 d'avoir non seulement de bonnes propriétés optiques, mais aussi des contraintes mécaniques stabilisées jusqu'à au moins 200°C. Ceci permet de réaliser des masques de lithographie dont la déformation est contrôlée au cours de leur utilisation. Le dispositif optique selon l'invention peut également être utilisé pour réaliser des fonctions optiques de type miroir, antireflet ou filtrage.

## Revendications

- 5 1. Dispositif optique réfléchissant une gamme de longueurs d'ondes comprise entre 10nm et 20nm et comportant une alternance de premières et secondes couches superposées, lesdites premières couches étant en métal ou en composé métallique et lesdites secondes couches comportant du silicium amorphe, dispositif optique caractérisé en ce que les secondes couches sont constituées par un composé de silicium amorphe choisi parmi a-Si-H<sub>x</sub>, a-Si-CH<sub>x</sub>,  
10 a-Si-C<sub>x</sub>, a-Si-OH<sub>x</sub>, a-Si-F<sub>x</sub>, a-Si-FH<sub>x</sub>, a-Si-N<sub>x</sub>, a-Si-NH<sub>x</sub>, x étant compris entre 0 et 1.
- 15 2. Dispositif optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que x a une valeur comprise entre 0,01 et 0,3.
3. Dispositif optique selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que chaque première couche est constituée d'une couche intermédiaire en métal, disposée entre deux couches périphériques.
- 20 4. Dispositif optique selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux couches périphériques sont en carbure dudit métal, en nitrure dudit métal, en carbure de bore ou en carbone.
- 25 5. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le métal est le molybdène.
6. Dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le composé métallique est un carbure de molybdène.



7. Masque de lithographie comportant un dispositif optique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
8. Masque de lithographie selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'épaisseur d'un ensemble formé par une première et une seconde couches superposées est de 6,9 nm.
9. Masque de lithographie selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le nombre de premières couches est compris entre 40 et 60.



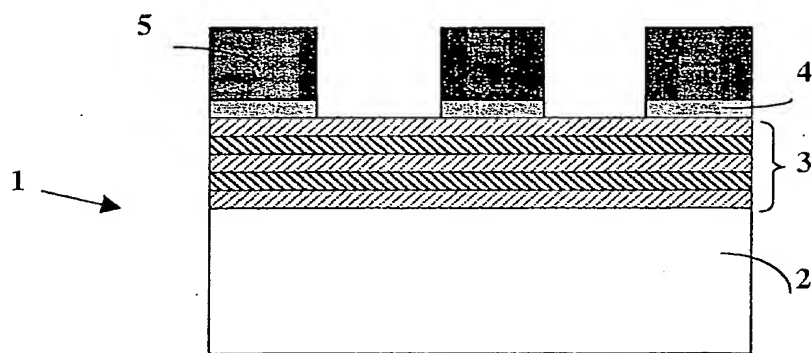


FIG. 1 (Art antérieur)

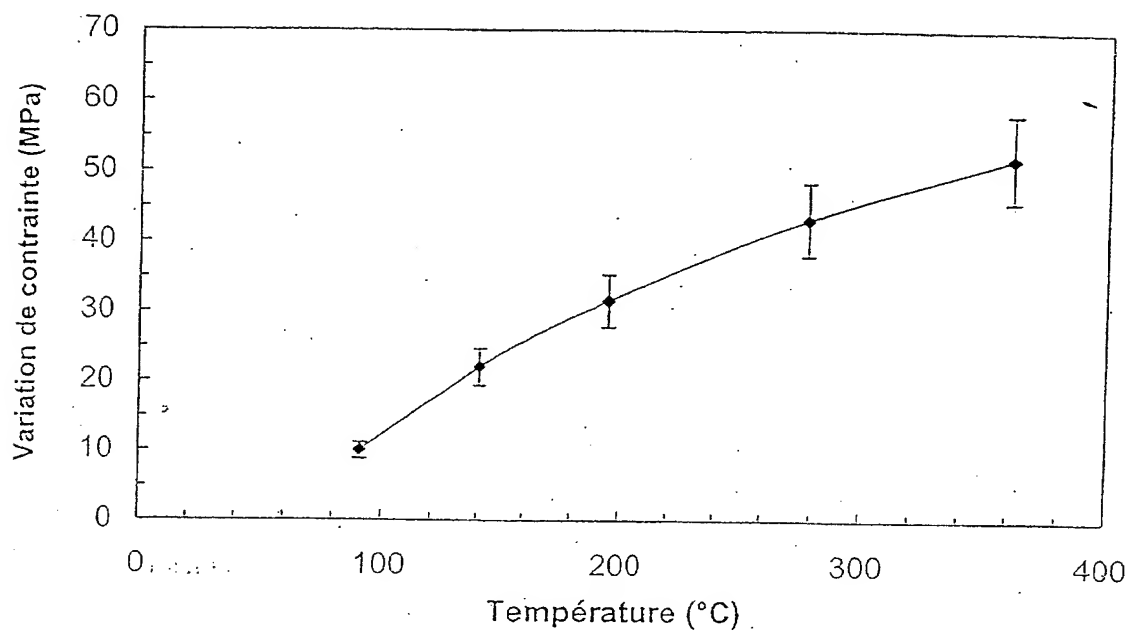


FIG. 2 (Art antérieur)

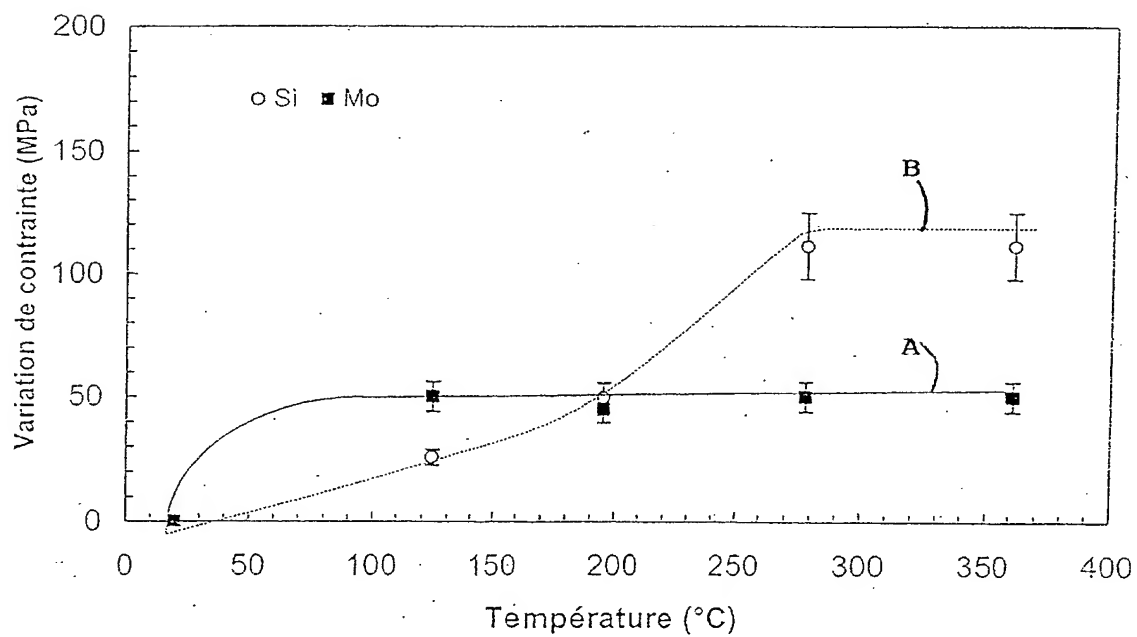


FIG. 3

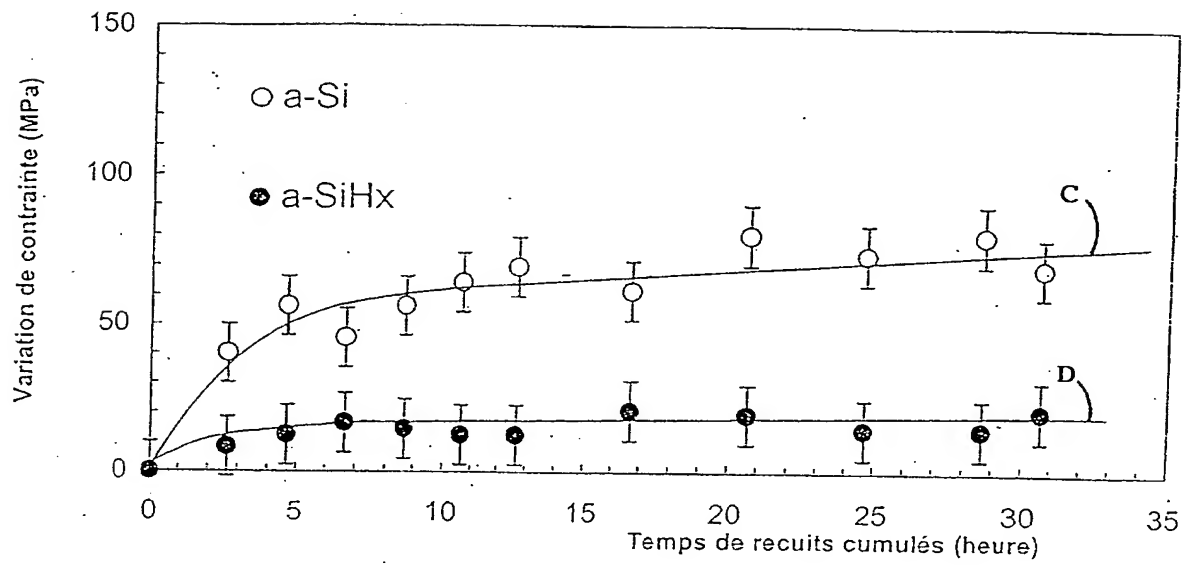


FIG. 4

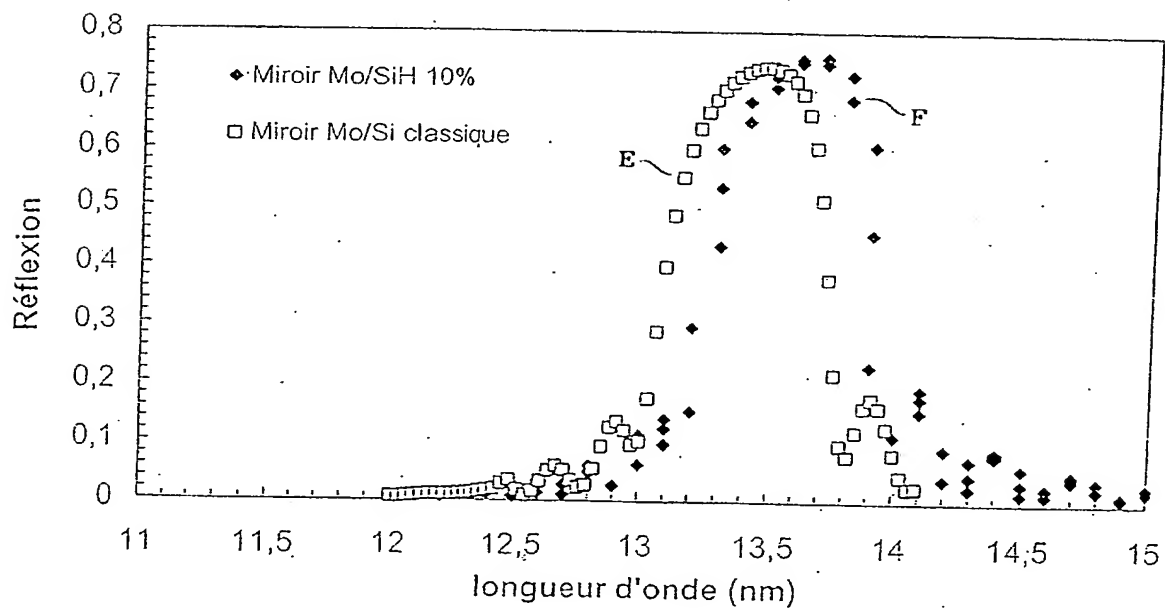


FIG. 5

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1/ 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		<b>PA1688ER</b>
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		<b>0304071</b>
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		
Dispositif optique à stabilité mécanique renforcée fonctionnant dans l'extrême ultraviolet et masque de lithographie comportant un tel dispositif.		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
Commissariat à l'Energie Atomique		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<b>1</b>	Nom	Quesnel
	Prénoms	Etienne
Adresse	Rue	3 Avenue du Vercors
	Code postal et ville	38240 Meylan
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
Gérard Hecké CPI 95-1201		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410